

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
24. Juni 2004 (24.06.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/053181 A2(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: C22F 1/10Berlin (DE). GOLDSCHMIDT, Dirk [DE/DE]; Hage-  
bottenweg 14, 47445 Moers (DE). YUSHCHENKO,  
Konstantin, A. [UA/UA]; 4a Kommandarma Kameneva  
Street, apt. 115, 01133 Kiev (UA).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/013882

(22) Internationales Anmeldedatum:  
8. Dezember 2003 (08.12.2003)(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-  
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München  
(DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

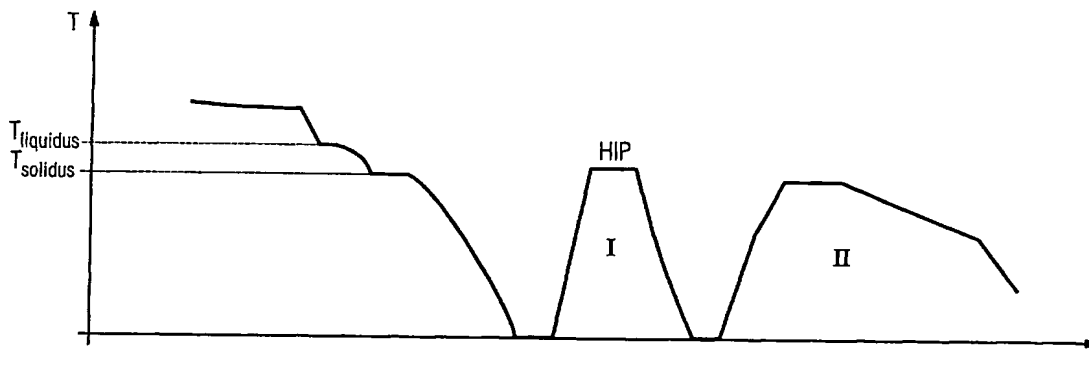
(81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, US.

(30) Angaben zur Priorität:  
02027496.5 10. Dezember 2002 (10.12.2002) EP(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,  
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];  
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu ver-  
öffentlichen nach Erhalt des Berichts

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): COX, Nigel-Philip  
[GB/DE]; Gipsstrasse 23 B, 10119 Berlin (DE). WILKEN-  
HÖNER, Rolf [DE/DE]; Kaiserin-Aug.-Allee 86b, 10589Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-  
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-  
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der  
PCT-Gazette verwiesen.(54) Title: METHOD FOR THE PRODUCTION OF A PART HAVING IMPROVED WELDABILITY AND/OR MECHANICAL  
PROCESSABILITY FROM AN ALLOY(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES BAUTEILS MIT VERBESSERTER SCHWEISSBARKEIT  
UND/ODER MECHANISCHEN BEARBEITBARKEIT AUS EINER LEGIERUNG

(57) Abstract: Alloys known in prior art cannot be processed well enough for producing a part. According to the inventive method, the part is subjected to a thermal treatment in an intermediate step, which improves the processability thereof.

(57) Zusammenfassung: Legierungen nach dem Stand der Technik weisen zur Herstellung eines Bauteils eine nicht ausreichend gute Verarbeitbarkeit auf. Erfindungsgemäß wird in einem Verfahrenszwischenschritt eine Wärmebehandlung mit dem Bauteil durchgeführt, die die Verarbeitbarkeit verbessert.

## 1

Verfahren zur Herstellung eines Bauteils mit verbesserter  
Schweißbarkeit und/oder mechanischen Bearbeitbarkeit aus  
einer Legierung

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines  
Bauteils mit verbesserter Schweißbarkeit und/oder mechani-  
schen Bearbeitbarkeit aus einer Legierung gemäss Anspruch 1.

10 Die US-PS 5,938,863 offenbart eine Nickelbasis-Superlegie-  
rung, die Zusätze von Carbiden aufweist, um das Ermüdungsver-  
halten zu verbessern.

Die US-PS 6,120,624 offenbart eine Wärmebehandlung einer  
15 Nickelbasis-Superlegierung vor einem Schweißen, um das Ent-  
stehen von Rissen bei Wärmebehandlungen nach dem Schweißen zu  
vermeiden. Hier werden während der Wärmebehandlung sehr  
kleine Abkühlraten verwendet ( $3\text{F/min} = 1.66^\circ\text{C/min}$  oder weni-  
ger).

20

Die US-PS 4,579,602 sowie die US-PS 4,574,015 offenbaren Wär-  
mebehandlungen für gegossene Superlegierungen, um das Schmie-  
den dieser Materialien zu verbessern.

25 Aus der US-PS 5,374,319, US-PS 5,106,010 und EP 478374 ist  
bekannt, bei einem Bauteil die örtlich begrenzte Schweißzone  
auf Temperaturen über die Alterungstemperatur zu erhitzen.  
Dies führt zu Spannungen in dem auf unterschiedlichen Tempe-  
raturen gehaltenen Bauteil.

30

Während der Herstellung eines Bauteils aus einer Legierung  
muss das Bauteil in verschiedenen Herstellungs-Zwischen-  
schritten bearbeitet werden. Oft weist die Legierung nicht  
die gewünschten Eigenschaften auf, um sie optimal zu bearbei-  
35 ten zu können.

So kann die Legierung relativ spröde sein, wodurch eine mechanische Bearbeitung (Richten, spanende, schleifende Bearbeitung) erschwert wird.

5 Ebenso müssen oft Risse oder Löcher verschweißt werden, wobei jedoch oft eine schlechte Schweißbarkeit der Legierung vorliegt.

10 Es ist daher Aufgabe der Erfindung, oben genannte Probleme zu überwinden.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils mit verbesserter Schweißbarkeit und/oder mechanischen Bearbeitbarkeit aus einer Legierung gemäss Anspruch 1.

In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Verfahrensschritte aufgelistet.

20 Die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen können in vorteilhafter Art und Weise miteinander kombiniert werden.

Es zeigen

Figur 1, 2 beispielhafte zeitliche Verläufe der Temperatur einer Legierung während eines Herstellungsprozesses, und

Figur 3 verschiedene Mikrostrukturen einer Legierung.

25

Die Figur 2 zeigt einen beispielhaften zeitlichen Verlauf der Temperatur einer Legierung während des Herstellungsprozesses.

30 Die Legierung ist beispielsweise durch Ausscheidungen härtbar, wie beispielsweise eine eisen-, nickel- oder kobaltbasierte Superlegierung.

Die Legierung kann zu einem Bauteil aus einem Pulver gesintert oder als Schmelze abgegossen bzw. auch gerichtet erstarrt gelassen werden. Weitere Herstellungsarten sind denkbar.

5

Wenn die Legierung für einen Gießprozess aufgeschmolzen ist, so ist die Temperatur größer als die Schmelztemperatur  $T_{\text{liquidus}}$ . Die Schmelze wird abgegossen (linker Bereich in der Figur) und danach mehr oder weniger langsam kontrolliert oder unkontrolliert abgekühlt, so dass die Temperatur unter der Soliduslinie  $T_{\text{solidus}}$  liegt. Dann ist das Bauteil erstarrt. Das Bauteil wird bspw. bis zur Raumtemperatur (Schnittpunkt der Temperaturachse  $T$  mit Zeitachse  $t$ ) abgekühlt.

10

15 Nach dem Gießverfahren folgt beispielsweise, also nicht notwendigerweise eine Nachverdichtung, insbesondere direkt nach dem Gießprozess, d.h. ohne Abkühlung des Bauteils nach dem Giessen.

Die Nachverdichtung erfolgt beispielsweise durch heißisostatisches Pressen (HIP), (Bereich I, Fig. 2) oder möglicherweise auch durch Sintern, um Fehler wie z.B. Poren, Lunker, ... zu schließen.

20

Die Nachverdichtung kann auch nach anderen Herstellungsschritten, bspw. nach dem Schweißen, erfolgen.

25 Die Temperatur während der Nachverdichtung (bspw. HIP) liegt unterhalb der Soliduslinie  $T_{\text{solidus}}$  der Legierung des Bauteils.

In diesem Stadium (mit oder ohne Nachverdichtung) werden die Bauteile, die aus dieser Legierung bestehen, mechanisch bearbeitet (beispielsweise gerichtet oder spanende, schleifende Bearbeitung) und/oder es erfolgen Schweißreparaturen von Fehlern im Bauteil, insbesondere bei Raumtemperatur.

30

Oft sind jedoch die Eigenschaften der Legierung des Bauteils den mechanischen Verarbeitungsbedingungen (Schweißbarkeit und mechanische Verarbeitbarkeit) nicht angepasst.

35

Durch eine erfindungsgemäße nachfolgende Verbesserungswärmebehandlung, die beispielsweise zur Vergrößerung der Ausscheidungen führt, beispielsweise durch eine Überalterungswärmebehandlung, die zu einer Überalterung der Struktur der Legierung führt, wird die Mikrostruktur (Gefüge) des Bauteils so verändert, dass die Verarbeitbarkeit der Legierung gegenüber dem unbehandelten Gefüge verbessert wird. Zu den Gefügemerkmalen zählen u.a. die Kristallstruktur, Ausscheidungen und Sekundärphasen.

Insbesondere kann die beispielhafte Überalterungswärmebehandlung direkt an den Nachverdichtungsprozess, insbesondere in demselben Ofen, oder nach dem Giessen bzw. Sintern angeschlossen werden.

Es findet keine (Fig. 2, Übergang Bereich I, II) oder nur eine unwesentliche Abkühlung des Bauteils statt.

Wird der Nachverdichtungsprozess mit einem HIP-Verfahren durchgeführt, so kann der Druck bei der Verbesserungswärmebehandlung bestehen bleiben, langsam abgesenkt oder zurückgenommen werden.

Eine Haltezeit bei der Temperatur für die Verbesserungswärmebehandlung kann hier entfallen oder reduziert werden, da dies durch die Haltezeit für die HIP-Nachbehandlung bereits zumindest teilweise oder ganz erfolgt ist.

Die Überalterungswärmebehandlung wird ggf. nach einer Haltezeit bei einer Temperatur durch eine geringe Abkühlrate von größergleich 2°C bis 5°C pro Minute, insbesondere von 2°C bis 3°C pro Minute, insbesondere 2.33°C/min., direkt nach dem Nachverdichtungsprozess erreicht (Bereich II, Fig. 2).

Figur 1 zeigt den zeitlichen Verlauf, wenn das Bauteil aus der heißisostatischen Presse herausgenommen und in einen anderen Ofen transportiert wird.

- 5 Die Überalterungswärmebehandlung wird durch Hochheizen auf eine bestimmte Temperatur, ggf. mit einer Haltezeit bei dieser Temperatur (bei Ablauf gemäss Figur 2 entfällt das Hochheizen), und beispielsweise durch eine geringe Abkühlrate von grösser gleich  $2^{\circ}\text{C}$  bis  $5^{\circ}\text{C}$  pro Minute, insbesondere von  $2^{\circ}\text{C}$  bis  $3^{\circ}\text{C}$  pro Minute, insbesondere  $2.33^{\circ}\text{C}/\text{min}$ . (Bereich II, Fig.1) erreicht.

15 Eine Überalterungswärmebehandlung für IN738LC, die auch zu einer Vergrößerung der Ausscheidungen führt, hat beispielsweise folgende Parameter:

Aufheizen mit  $10^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}/\text{min}$  (falls notwendig),  
Haltetemperatur/-zeit  $1180^{\circ}\text{C} + 0^{\circ}\text{C} - 10^{\circ}\text{C}$  /Haltezeit ggf. 3h,  
20 Abkühlen mit  $2^{\circ}\text{C} - 3^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ., insbesondere  $2.33^{\circ}\text{C}/\text{min}$ . bis  $950^{\circ}\text{C}$ , dann Luftabkühlung.

Bei IN939 werden die gleichen Parameter verwendet.

Für Rene80 liegt die Haltetemperatur bei  $1204^{\circ}\text{C} \pm 15^{\circ}\text{C}$ .

Die Haltetemperaturen für die Überalterungswärmebehandlung sind bspw. auch die HIP-Temperaturen.

25 Sie können aber höher oder niedriger sein.

Durch die Überalterungswärmebehandlung wird eine Überalterung der  $\gamma'$ -Phase bewirkt, wodurch die Duktilität des Grundwerkstoffs wesentlich erhöht wird.

30

Durch diese Überalterungswärmebehandlung wird z.B. die Schweißbarkeit der Legierung insbesondere bei Raumtemperatur gegenüber der unbehandelten Legierung verbessert.

Außerdem wird durch die verbesserte mechanische Duktilität der Legierung gegenüber der unbehandelten Legierung das Bauteil besser richtbar (mechanisch verformbar) und/oder besser spanend oder schleifend bearbeitbar.

Für den späteren Anwendungsbereich des Bauteils wie z.B. Hochtemperatureinsatz kann das so erzielte Gefüge im Vergleich zu dem Gefüge vor der Wärmebehandlung schlechtere Eigenschaften aufweisen.

5

Aufgrund der schlechten Schweißbarkeit und Richtbarkeit wurden bisher hochfeste Nickelsuperlegierungen wie IN939, Rene80 und IN738LC insbesondere für große und dünnwandige Bauteile, wie z.B. Brennkammerauskleidungen nicht eingesetzt. Diese Legierungen weisen die  $\gamma'$ -Phase zur Festigkeitssteigerung auf und können nun mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ohne Einschränkungen bearbeitet und eingesetzt (mit Schweißstellen) werden.

Werkstoff der Wahl war bisher Hastelloy X. Dieser Werkstoff ist besser schweißbar, besitzt jedoch im Vergleich zu den anderen Werkstoffklassen eine beschränkte Hochtemperaturfestigkeit und Richtbarkeit.

Nach der Überalterungswärmebehandlung werden gegebenenfalls Fehlstellen (Risse, Löcher,....) beispielsweise mittels Mikroplasmaauftragsschweißen oder Plasmaauftragsschweißen repariert.

Der Einsatz anderer Schweißverfahren wie manuelles Wolfram-Inertgas-Schweißen ist prinzipiell ebenso möglich. Die beim Schweißen entstandenen Schweißstellen können gegebenenfalls gedengelt (gehämmert) werden, was zur Kaltverfestigung führt, da Druckeigenspannungen induziert werden. Ebenso können Poren oder sonstige Fehler dadurch reduziert werden oder verschwinden.

30

Danach erfolgt beispielsweise ein Kaltrichten des Bauteils in entsprechenden Vorrichtungen zur Korrektur der Geometrie des Bauteils.

Danach kann mit dem Bauteil beispielsweise ein Lösungsglügen (grössergleich 1180°C bis bspw. 1200°C für oben genannte Werkstoffe) mit anschließender schneller Abkühlung (bspw. 20°

- 40°C pro Minute bis 800°C, dann Luftabkühlung) durchgeführt werden, d.h. schneller als die Abkühlrate bei der Verbesserungswärmebehandlung.

Hierdurch wird die überalterte Struktur wieder "gelöscht", d.h. die groben Ausscheidungen verschwinden zumindest teilweise und das Bauteil erhält seine guten Hochtemperatureigenschaften der Legierung beispielsweise durch Einstellung einer feindispersen  $\gamma'$ -Struktur zurück (schnelle Abkühlung).

10 Das Gefüge weist ggf. für den Anwendungsbereich des Bauteils bessere Eigenschaften auf als das Gefüge, das das Bauteil nach der Wärmebehandlung zur Verbesserung der Verarbeitbarkeit aufwies.

15 Während der Überalterungswärmebehandlung bei den Werkstoffen mit der  $\gamma'$ -Phase wird diese  $\gamma'$ -Phase aufgelöst. Wenn die  $\gamma'$ -Phase aufgelöst ist, erfolgt eine langsame Abkühlung wobei die  $\gamma'$ -Phase ausfällt und sich entsprechend vergrößert. Die Vergrößerung führt nicht nur zu einem Anstieg in dem mittleren Durchmesser der  $\gamma'$ -Phase, sondern beispielsweise auch zu einer Spherodisation der  $\gamma'$ -Phase, d.h. sie ist weniger würfelförmig, sondern mehr plättchenförmig ausgeprägt. Eine solche Vergrößerung führt zu einer erhöhten Duktilität.

20 Bei anderen Werkstoffen, die keine  $\gamma'$ -Phase aufweisen, wird eine entsprechende Wärmebehandlung durchgeführt, die die Mikrostruktur so verändert, dass sie die Verarbeitbarkeit des Bauteils, insbesondere bei Raumtemperatur verbessert.

30

35



Das Verfahren zur Verbesserung der Verarbeitbarkeit der Legierung kann für neu gefertigte Bauteile verwendet werden sowie für Bauteile, die im Einsatz waren (Refurbishment). Dabei ist die Vorgehensweise beispielsweise wie folgt.

5

Das benutzte Bauteil wird gesäubert (Entfernung Oxidations-/Korrosionsprodukte) und beispielsweise entschichtet. Danach erfolgt eine Begutachtung des Bauteils, d.h. die Feststellung von Rissen und Poren.

10

Es erfolgt dann eine Überalterungswärmebehandlung, an die sich entweder eine Schweißreparatur der Risse und Poren bei Raumtemperatur oder ein Richten des Bauteils anschließt.

15

Es erfolgt dann ggf. ein kaltes Verformen (dengeln oder hämmern) der so erzeugten Schweißstellen.

Anschließend erfolgt beispielsweise wieder eine Wärmebehandlung (beispielsweise Lösungsglühen), um die gewünschte feindisperse  $\gamma'$ -Struktur einzustellen.

20

Gegebenenfalls erfolgt noch eine weitere Nachbehandlung der Schweißstellen, beispielsweise eine lokale Wärmebehandlung. Das Lösungsglühen erfolgt beispielsweise bei derselben Temperatur wie bei der Überalterungswärmebehandlung, jedoch mit schnellerer Abkühlung, um die Vergrößerung der  $\gamma'$ -Strukturen zu vermeiden. Es wird dabei so schnell abgekühlt, dass die  $\gamma'$ -Phase nicht vollständig ausgeschieden wird, sondern zumindest zum Teil zwangsgelöst bleibt.

25

Gegebenenfalls kann ein Auslagern zum Ausscheiden der gewünschten  $\gamma'$ -Struktur (feine blockige Teilchen) erfolgen.

30

Beim Schweißen wird insbesondere ein artgleicher Schweißzusatz oder ein Schweißzusatz, der dieselbe Zusammensetzung wie das Bauteil aufweist, verwendet. Artgleich heißt, dass er ungefähr dieselbe Zusammensetzung wie das Bauteil aufweist oder dieselben Hochtemperatureigenschaften wie das Basismaterial aufweist. Dabei weisen beispielsweise die Bestandteile

35

des Schweißzusatzes dieselben verhältnismäßigen Anteile auf wie das Material des Bauteils.

Ggf. kann auf Schweißzusätze verzichtet werden.

Insbesondere sollen weniger hochtemperaturfeste Schweißzusätze vermieden werden.

Wenn der Schweißzusatz durch Ausscheidungen härtbar ist, d.h. seine Festigkeit kann gesteigert werden, verringert die Schweißstelle kaum oder gar nicht die Festigkeit des Bauteils.

- 10 Der Schweißzusatz sollte mindestens einen Volumenanteil von 35% (im Schliffbild) für die Ausscheidungen (beispielsweise die  $\gamma'$ -Phase) aufweisen.

- 15 Das Dengeln der Schweißstelle nach dem Schweißen unterdrückt die Rissbildung während einer ersten Wärmebehandlung nach dem Schweißen.

- 20 Erst die Kombination der Überalterungswärmebehandlung und das Dengeln ermöglicht ein zumindest artgleiches Schweißen bei Raumtemperatur, um gute und rissfreie Schweißstellen herzustellen.

- 25 Die Überalterungstemperatur von 1180°C für IN939 ist bewusst höher gewählt als aus dem Stand der Technik (1160°C, US-PS 6,120,624) bekannt.

Eine beispielhafte Nachwärmebehandlung nach dem Schweißen sieht wie folgt aus:

- 30 Aufheizen mit 10°C - 25°C/min. auf eine Haltetemperatur für eine gewisse Zeit,  
Abkühlen mit 20°C - 40°C/min., so dass die Überalterungsstruktur aufgelöst ist.
- 35 Aufheizen mit 10°C - 25°C/min. auf eine Haltetemperatur für eine gewisse Zeit, (Lösungsglühen)  
Abkühlen mit 20°C - 40°C/min.

und ggf.

Aufheizen mit 10°C - 25°C/min. auf eine bestimmte Haltetempe-  
5 ratur für eine gewisse Zeit,  
Abkühlung (Auslagerungswärmebehandlung).

Die gewünschte feindisperse  $\gamma'$ -Phase wird für den Einsatz des  
Bauteils wiederhergestellt, um die erforderlichen  
10 mechanischen Eigenschaften zu erreichen.

Die Figur 3 zeigt verschiedene Mikrostrukturen einer Superle-  
gierung.

15 In diesem Beispiel ist die Mikrostruktur der Legierung IN738  
gezeigt.

Figur 3a) zeigt die Legierung mit kubischem primären  $\gamma'$  und  
20 feiner sekundärer  $\gamma'$ -Phase, so dass sich eine hochfeste  
Legierung ergibt, die eine geringe Duktilität aufweist.

Figur 3b zeigt eine überalterte Mikrostruktur, die eine  
plättchenförmige  $\gamma'$ -Phase aufweist, jedoch keine sekundären  
25  $\gamma'$ -Phase. Diese Mikrostruktur weist eine gegenüber Figur 3a  
erhöhte Duktilität auf.

## Patentansprüche

## 1. Verfahren zur Herstellung eines Bauteils

aus einer durch Ausscheidungen härtbaren Legierung,  
wobei in einem Zwischenschritt die mechanische Bearbeit-  
barkeit und/oder Schweißbarkeit durch eine Verbesse-  
rungswärmebehandlung mit dem Bauteil vor dem Schweißen  
und/oder vor dem mechanischem Bearbeiten verbessert  
wird,

die die Ausscheidungen vergrößert,  
wodurch das Schweißen und/oder die mechanische Bearbeit-  
barkeit verbessert wird und  
wobei die Verbesserungswärmebehandlung zumindest  
teilweise während einer langsamen Abkühlung mit einer  
Abkühlrate von 2° bis 3°C /min durchgeführt wird.

## 2. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

eine Überalterungswärmebehandlung als Verbesserungswär-  
mebehandlung mit dem Bauteil durchgeführt wird,  
um die Ausscheidungen zu vergrößern.

## 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

nach dem Schweißen und/oder der mechanischen Bearbeitung  
eine weitere Wärmebehandlung durchgeführt wird,  
so dass das so eingestellte Gefüge für die Anwendungsbe-  
reiche des Bauteils bessere Eigenschaften aufweist als  
ohne diese Wärmebehandlung.

12

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
nach dem Schweißen und/oder der mechanischen Bearbeitung  
5 eine Nachwärmebehandlung durchgeführt wird,  
die die Vergrößerung der Ausscheidungen zumindest teil-  
weise wieder rückgängig macht.

- 10 5. Verfahren nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
zur Herstellung des Bauteils das Bauteil aus einer  
Schmelze der Legierung gegossen wird.

15

6. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3, 4 oder 5,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
20 das Bauteil nachverdichtet wird.

25

7. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 6,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
das Bauteil vor der Verbesserungswärmebehandlung nach-  
verdichtet wird.

30

8. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass das Bauteil auf eine bestimmte Temperatur hochge-  
heizt wird, und  
35 dass die Verbesserungswärmebehandlung zumindest teil-  
weise durch ein langsames Abkühlen erfolgt.

13

9. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Verbesserungswärmebehandlung direkt nach der Nach-  
verdichtung erfolgt.

10. Verfahren nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Verbesserungswärmebehandlung direkt nach dem Giessen  
erfolgt.

11. Verfahren nach Anspruch 6, 7 oder 9,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Nachverdichtung mittels heißisostatischem Pressen  
durchgeführt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 1 oder 5,

dadurch gekennzeichnet, dass

als Legierung eine eisen-, nickel- oder kobaltbasierte  
Superlegierung verwendet wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Legierung die  $\gamma'$ -Phase aufweist.

14

14. Verfahren nach Anspruch 1, 3 oder 4,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
für das Schweißen ein artgleicher Schweißzusatz verwendet wird.

15. Verfahren nach Anspruch 1, 3 oder 4,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
für das Schweißen ein Schweißzusatz verwendet wird,  
der dieselbe Zusammensetzung wie die Legierung aufweist.

16. Verfahren nach Anspruch 1, 3, 4, 14 oder 15,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
für das Schweißen ein Schweißzusatz verwendet wird,  
der durch eine Ausscheidung härtbar ist.

17. Verfahren nach Anspruch 1, 3, 4, 14, 15 oder 16,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass beim Schweißen eine Schweißstelle entsteht, und  
dass die zumindest eine Schweißstelle gedengelt wird.

18. Verfahren nach Anspruch 1 oder 5,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
als Legierung der Werkstoff IN 738LC oder IN 939 verwendet wird.

19. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass für die Verbesserungswärmebehandlung das Bauteil  
auf einer Temperatur gehalten wird, und  
dass dann eine Abkühlung des Bauteils erfolgt.

20. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 19,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

die Verbesserungswärmebehandlung zumindest bei einer  
Lösungsglühtemperatur der Legierung erfolgt.

21. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 19 oder 20,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

die Überalterungswärmebehandlung bei 1180°C liegt.

22. Verfahren nach Anspruch 4,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

die Nachwärmebehandlung,  
um die groben Ausscheidungen zumindest teilweise wieder  
rückgängig zu machen,  
zumindest teilweise bei einer Lösungsglühtemperatur  
durchgeführt wird.

23. Verfahren nach Anspruch 4 oder 22,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

die Nachwärmebehandlung, um die groben Ausscheidungen  
zumindest teilweise wieder rückgängig zu machen,  
zumindest teilweise beim Abkühlen mit einer Abkühlrate



16

von 20°C bis 40°C pro Minute durchgeführt wird.

24. Verfahren nach Anspruch 16,

5        d a d u r c h     g e k e n n z e i c h n e t, dass

der Volumenanteil der Ausscheidungen des Schweißzusatzes  
mindestens 35% beträgt.

10

25. Verfahren nach Anspruch 6,

d a d u r c h     g e k e n n z e i c h n e t, dass

15        die Temperatur für die Nachverdichtung unterhalb der  
Soliduslinie des Materials des Bauteils liegt.

FIG 1

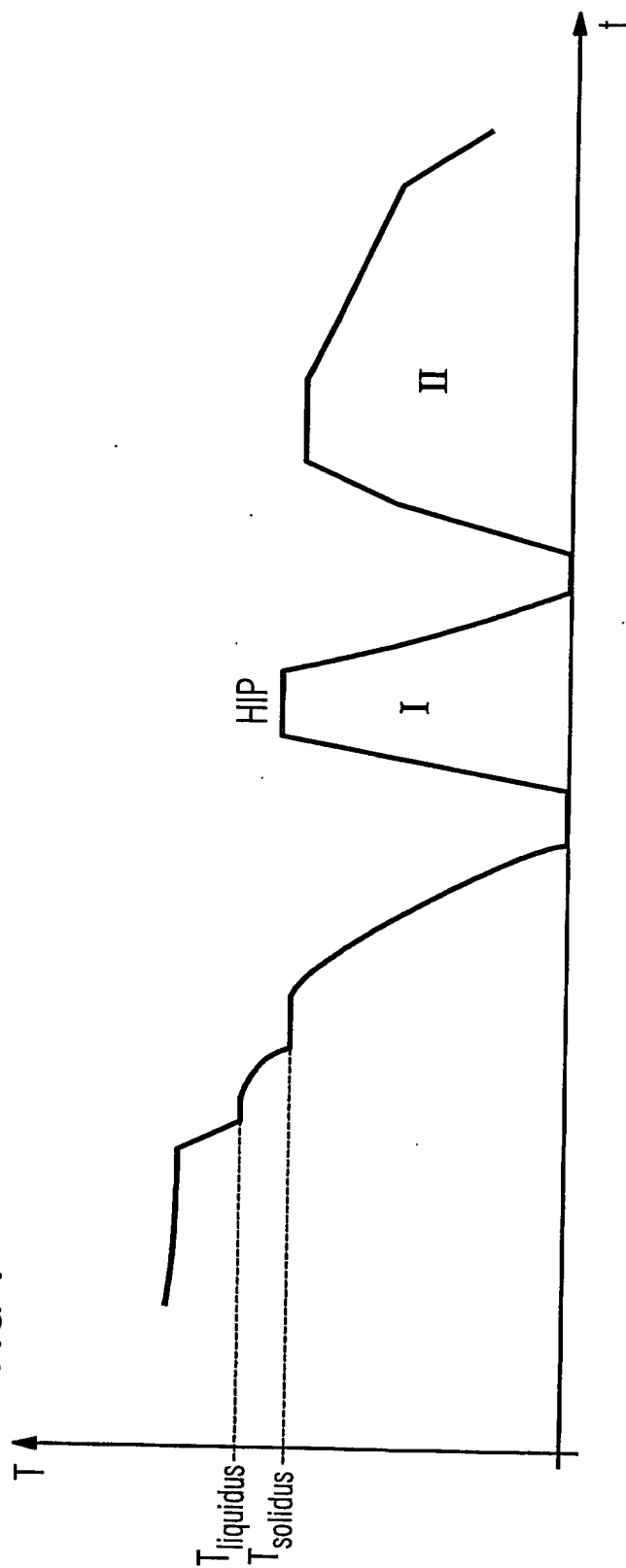


FIG 2

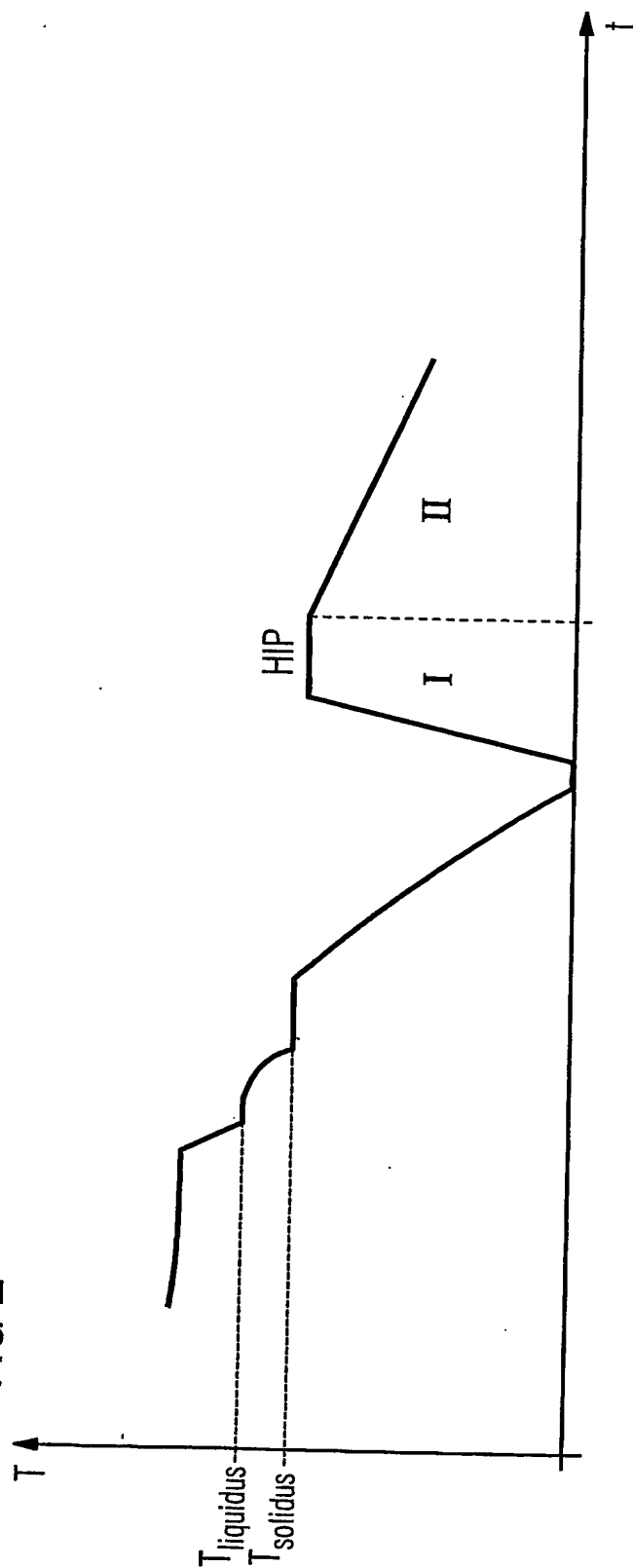


FIG 3b

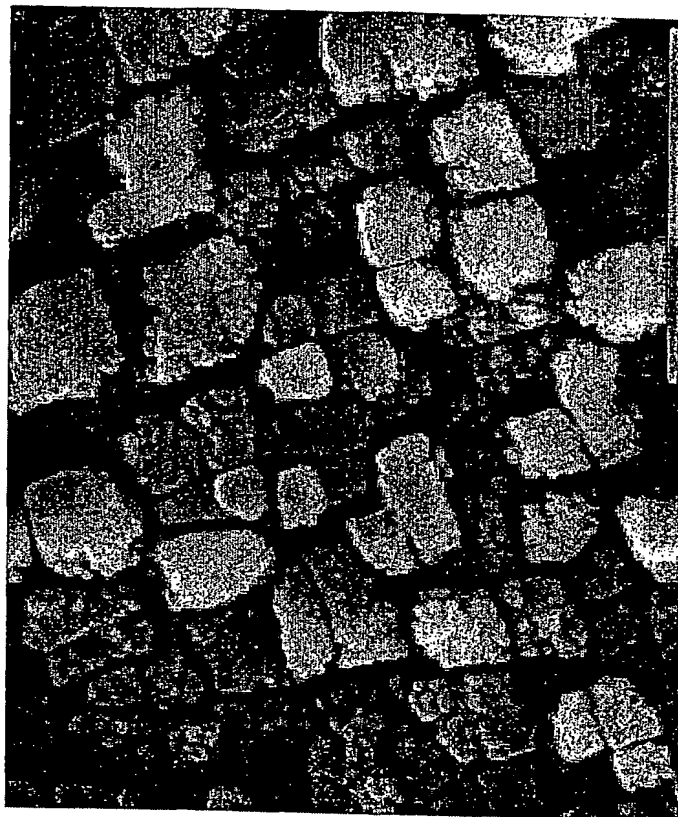
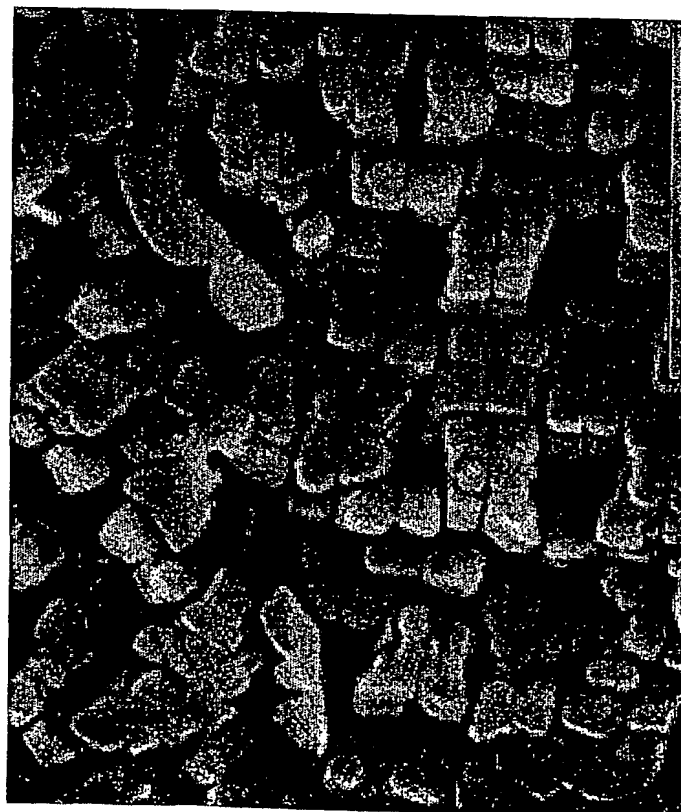


FIG 3a



## (12) NACH DEM VERFAHREN ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
24. Juni 2004 (24.06.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/053181 A3(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: C22F 1/10

Konstantin, A. [UA/UA]; 4a Kommandarma Kameneva Street, apt. 115, 01133 Kiev (UA).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/013882

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
8. Dezember 2003 (08.12.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, US.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(30) Angaben zur Priorität:  
02027496.5 10. Dezember 2002 (10.12.2002) EP

## Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen  
Recherchenberichts: 25. November 2004

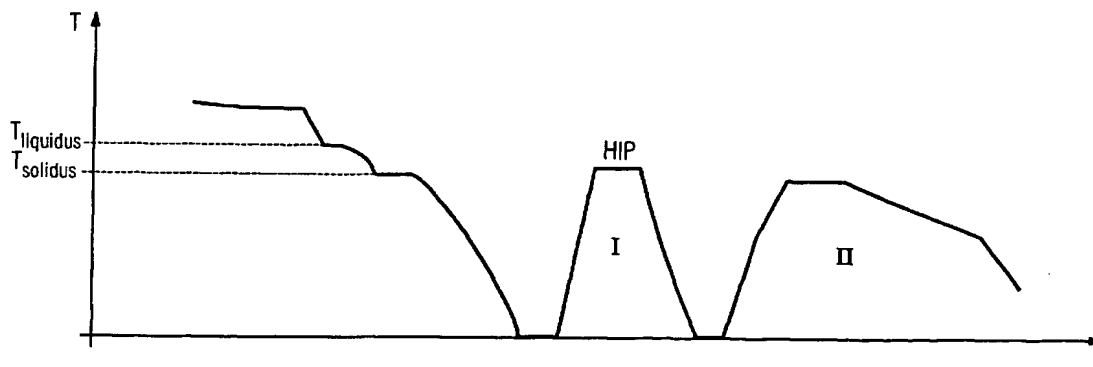
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): COX, Nigel-Philip [GB/DE]; Gipsstrasse 23 B, 10119 Berlin (DE). WILKENHÖNER, Rolf [DE/DE]; Kaiserin-Aug.-Allee 86b, 10589 Berlin (DE). GOLDSCHMIDT, Dirk [DE/DE]; Hagebuttenweg 14, 47445 Moers (DE). YUSHCHENKO,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: METHOD FOR THE PRODUCTION OF A PART HAVING IMPROVED WELDABILITY AND/OR MECHANICAL PROCESSABILITY FROM AN ALLOY

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES BAUTEILS MIT VERBESSERTER SCHWEISSBARKEIT UND/ODER MECHANISCHEN BEARBEITBARKEIT AUS EINER LEGIERUNG



(57) Abstract: Alloys known in prior art cannot be processed well enough for producing a part. According to the inventive method, the part is subjected to a thermal treatment in an intermediate step, which improves the processability thereof.

(57) Zusammenfassung: Legierungen nach dem Stand der Technik weisen zur Herstellung eines Bauteils eine nicht ausreichend gute Verarbeitbarkeit auf. Erfindungsgemäß wird in einem Verfahrenszwischenschritt eine Wärmebehandlung mit dem Bauteil durchgeführt, die die Verarbeitbarkeit verbessert.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP 03/13882

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 C22F1/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 C22F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 969 114 A (HOWMET RES CORP) 5 January 2000 (2000-01-05) cited in the application claims 1-3	1-25
X	US 4 574 015 A (PAULONIS DANIEL F ET AL) 4 March 1986 (1986-03-04) cited in the application column 7, line 36 - column 8, line 30	1-25
A	US 4 579 602 A (PAULONIS DANIEL F ET AL) 1 April 1986 (1986-04-01) cited in the application claims 1,2	1-25
A	FR 2 628 349 A (SNECMA) 15 September 1989 (1989-09-15)	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  7 September 2004	Date of mailing of the international search report  13/09/2004
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Gregg, N

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/13882

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0969114	A	05-01-2000	US 6120624 A EP 0969114 A2 JP 2000160313 A	19-09-2000 05-01-2000 13-06-2000
US 4574015	A	04-03-1986	AT 393842 B AT 411284 A AU 568895 B2 AU 3680484 A BE 901393 A1 BR 8406657 A CA 1231632 A1 CN 85102029 A , B DD 232071 A5 DD 243880 A5 DE 3445767 A1 FR 2557148 A1 GB 2152076 A , B IL 73866 A IT 1179547 B JP 1492725 C JP 60228659 A JP 63039662 B NO 845119 A , B, SE 8406562 A	27-12-1991 15-06-1991 14-01-1988 04-07-1985 16-04-1985 22-10-1985 19-01-1988 17-01-1987 15-01-1986 18-03-1987 04-07-1985 28-06-1985 31-07-1985 31-07-1987 16-09-1987 20-04-1989 13-11-1985 05-08-1988 28-06-1985 28-06-1985
US 4579602	A	01-04-1986	BE 901250 A1 CA 1229004 A1 CH 665145 A5 DE 3445768 A1 DK 609584 A , B, FR 2557147 A1 GB 2151951 A , B IL 73865 A IT 1181942 B JP 1514547 C JP 60170548 A JP 63062584 B NL 8403732 A NO 845117 A , B, SE 462103 B SE 8406445 A	29-03-1985 10-11-1987 29-04-1988 04-07-1985 28-06-1985 28-06-1985 31-07-1985 16-09-1987 30-09-1987 24-08-1989 04-09-1985 02-12-1988 16-07-1985 28-06-1985 07-05-1990 28-06-1985
FR 2628349	A	15-09-1989	FR 2628349 A1	15-09-1989

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/13882

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 C22F1/10

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 C22F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 969 114 A (HOWMET RES CORP) 5. Januar 2000 (2000-01-05) in der Anmeldung erwähnt Ansprüche 1-3	1-25
X	US 4 574 015 A (PAULONIS DANIEL F ET AL) 4. März 1986 (1986-03-04) in der Anmeldung erwähnt Spalte 7, Zeile 36 - Spalte 8, Zeile 30	1-25
A	US 4 579 602 A (PAULONIS DANIEL F ET AL) 1. April 1986 (1986-04-01) in der Anmeldung erwähnt Ansprüche 1,2	1-25
A	FR 2 628 349 A (SNECMA) 15. September 1989 (1989-09-15)	

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. September 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

13/09/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Gregg, N



## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/13882

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0969114	A	05-01-2000	US 6120624 A	19-09-2000
			EP 0969114 A2	05-01-2000
			JP 2000160313 A	13-06-2000
US 4574015	A	04-03-1986	AT 393842 B	27-12-1991
			AT 411284 A	15-06-1991
			AU 568895 B2	14-01-1988
			AU 3680484 A	04-07-1985
			BE 901393 A1	16-04-1985
			BR 8406657 A	22-10-1985
			CA 1231632 A1	19-01-1988
			CN 85102029 A ,B	17-01-1987
			DD 232071 A5	15-01-1986
			DD 243880 A5	18-03-1987
			DE 3445767 A1	04-07-1985
			FR 2557148 A1	28-06-1985
			GB 2152076 A ,B	31-07-1985
			IL 73866 A	31-07-1987
			IT 1179547 B	16-09-1987
			JP 1492725 C	20-04-1989
			JP 60228659 A	13-11-1985
			JP 63039662 B	05-08-1988
			NO 845119 A ,B,	28-06-1985
			SE 8406562 A	28-06-1985
US 4579602	A	01-04-1986	BE 901250 A1	29-03-1985
			CA 1229004 A1	10-11-1987
			CH 665145 A5	29-04-1988
			DE 3445768 A1	04-07-1985
			DK 609584 A ,B,	28-06-1985
			FR 2557147 A1	28-06-1985
			GB 2151951 A ,B	31-07-1985
			IL 73865 A	16-09-1987
			IT 1181942 B	30-09-1987
			JP 1514547 C	24-08-1989
			JP 60170548 A	04-09-1985
			JP 63062584 B	02-12-1988
			NL 8403732 A	16-07-1985
			NO 845117 A ,B,	28-06-1985
			SE 462103 B	07-05-1990
			SE 8406445 A	28-06-1985
FR 2628349	A	15-09-1989	FR 2628349 A1	15-09-1989

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**